



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 013 101<sup>(13)</sup> C1  
(51) МПК<sup>5</sup> B 01 D 1/14, C 02 F 1/10

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4812940/26, 12.04.1990

(46) Дата публикации: 30.05.1994

(71) Заявитель:  
Уральский научно-исследовательский  
химический институт  
Научно-производственного объединения  
"Кристалл"

(72) Изобретатель: Гофман М.С.,  
Штерензон А.Л., Терентьев В.Б., Бляхер  
И.Г., Копытов Г.Г., Кузнецова Т.Л., Кукшанова  
Н.А.

(73) Патентообладатель:  
Уральский научно-исследовательский  
химический институт  
Научно-производственного объединения  
"Кристалл"

(54) СПОСОБ ВЫПАРИВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

(57) Реферат:

Назначение: для процессов упаривания растворов. Сущность: способ выпаривания включает испарение исходного раствора при его непосредственном контакте с нейтральным и несмешивающимся с ним промежуточным теплоносителем, адиабатическое сжатие образовавшегося вторичного пара, передачу тепла сжатого вторичного пара при его конденсации промежуточному теплоносителю, отделение теплоносителя в жидком виде от упаренного раствора и от конденсата вторичного пара, а также смешение отделенного жидкого

теплоносителя между собой. Новым в способе является то, что промежуточный теплоноситель подают на испарение исходного раствора в парообразном виде, а передачу тепла промежуточному теплоносителю при конденсации вторичного пара осуществляют через стенку. При выпаривании водных растворов в качестве промежуточного теплоносителя используют органические соединения. При выпаривании органических растворов в качестве промежуточного теплоносителя используют воду. 2 з. п. ф - лы, 1 ил.

RU 2 013 101 C1

RU 2 013 101 C1



RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 013 101** (13) **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>5</sup> **B 01 D 1/14, C 02 F 1/10**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4812940/26, 12.04.1990

(46) Date of publication: 30.05.1994

- (71) Applicant:  
URAL'SKIJ NAUCHNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ  
KHIMICHESKIJ INSTITUT  
NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOGO  
OB'EDINENIJA "KRISTALL"
- (72) Inventor: GOFMAN M.S.,  
SHTERENZON A.L., TEREENT'EV  
V.B., BLJAKHER I.G., KOPYTOV  
G.G., KUZNETSOVA T.L., KUKSHANOVA N.A.
- (73) Proprietor:  
URAL'SKIJ NAUCHNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ  
KHIMICHESKIJ INSTITUT  
NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOGO  
OB'EDINENIJA "KRISTALL"

(54) **HEAT PUMP EVAPORATION METHOD**

(57) **Abstract:**

FIELD: evaporation of solutions.  
SUBSTANCE: method involves evaporating basic solution by direct contact with neutral intermediate heat-carrier, which does not mix with this solution; effectuating adiabatic compression of obtained secondary vapor; providing transmission of compressed secondary vapor heat to intermediate heat-carrier during condensation of secondary vapor; separating liquid heat-carrier from evaporated solution and secondary vapor condensate. Method is

characterized in that vaporous intermediate heat-carrier is supplied for evaporation of basic solution and in that transmission of heat to intermediate heat-carrier during condensation of secondary vapor is provided through wall. When evaporation aqueous solutions is effectuated, organic compound is used as intermediate heat-carrier. When organic solutions are to be evaporated, water is used as intermediate heat-carrier. EFFECT: increased efficiency of method and enhanced reliability in operation of device. 3 cl, 1 dwg

RU 2 013 101 C1

RU 2 013 101 C1

Изобретение относится к химической технологии, в частности к области концентрирования растворов путем упаривания.

Известны различные способы упаривания и среди них способ упаривания с применением теплового насоса [1]. Принцип данного способа упаривания с применением теплового насоса состоит в том, что путем адиабатического сжатия вторичного пара в компрессоре повышают температуру насыщения пара и используют его для обогрева того же аппарата, в котором этот вторичный пар образовался.

Обычно в выпарном аппарате испаряется количество воды, приблизительно равное расходуемому первичному пару. Следовательно, применяя сжатие вторичного пара, можно теоретически обойтись одним этим паром без добавления свежего. Для проведения выпаривания только за счет механической энергии без добавочных затрат свежего пара необходимо, чтобы тепло, сообщенное пару в ходе сжатия, полностью компенсировало тепло, потерянное в окружающую среду. Экономия греющего пара в установках с тепловым насосом выше, чем в традиционно применяемых многокорпусных аппаратах. Наиболее существенным недостатком способа является малая интенсивность теплообмена, поскольку передача тепла проходит через стенку. Велика опасность инкрустации теплообменных поверхностей, что еще более снижает интенсивность процесса и приводит к необходимости частых остановок для очистки поверхностей, что значительно ухудшает условия эксплуатации.

Наиболее близким к настоящему изобретению является способ выпаривания с использованием теплового насоса и гидрособного нейтрального промежуточного теплоносителя [2].

В данном способе упариваемый раствор приводят в непосредственный контакт с нагретым промежуточным теплоносителем. При опреснении морской воды в качестве такового используют парафин. Рассол в смеси с парафином выводят из испарителя и подвергают расслаиванию, учитывая несмешиваемость гидрофобного теплоносителя с рассолом (соответственно водой). Образовавшийся пар адиабатически сжимают термкомпрессором и приводят в непосредственный контакт с остывшим парафином. Нагретый парафин после отделения от конденсата вторичного пара расслаиванием вновь возвращают на упаривание. К недостаткам данного способа относится повышенный расход энергии на перекачку значительных объемов промежуточного теплоносителя из-за малой теплоемкости последнего. Кроме того, при работе под атмосферным давлением в этом случае не может быть снижена температура испарения, что необходимо при работе с термолабильными веществами.

Целью изобретения является экономия энергии и снижение температуры испарения.

Цель достигается тем, что промежуточный теплоноситель подают на испарение исходного раствора в парособразном виде, а передачу тепла промежуточному теплоносителю при конденсации вторичного пара осуществляют через стенку. При

выпаривании водных растворов в качестве промежуточного теплоносителя используют органические соединения, а при упаривании органических растворов в качестве промежуточного теплоносителя используют воду.

Сопоставительный анализ настоящего изобретения с прототипом показывает, что отличие состоит в использовании на стадии собственно выпарки промежуточного теплоносителя в парособразном виде и в передаче тепла промежуточному теплоносителю при конденсации вторичного пара через стенку. Таким образом, заявляемый способ соответствует критерию "Новизна".

Сравнение заявленного решения не только с прототипом, но и с другими техническими решениями в области выпарки, показывает, что известны решения, связанные с использованием пара органического агента при упарке водных растворов [3]. Однако только совокупность признаков настоящего изобретения позволяет решить поставленную задачу неочевидным для специалиста путем, что соответствует понятию об изобретательском уровне и критерию "Существенные отличия". Говоря о соответствии решения этому критерию следует отметить следующее. В подавляющем большинстве случаев термин "выпарка" используется применительно к водным растворам неорганических соединений. Однако возможны случаи концентрирования по какому-либо веществу смеси, например, двух органических соединений. Если под агентом при выпарке водных растворов неорганических соединений понимается нейтральное органическое вещество, то при упарке - концентрировании смеси органических соединений в качестве промежуточного теплоносителя может выступать вода.

При выпарке водных растворов наблюдается значительное повышение температуры кипения по сравнению с чистой водой. Температура вторичного пара - более низкая величина и соответствует температуре кипения воды при давлении процесса. Следовательно, необходимо такое адиабатическое сжатие вторичного пара, при котором конечная температура будет выше (по крайней мере на 8-10°C) температуры кипения раствора. При значительной температурной депрессии работа с тепловым насосом может стать невыгодной. При упарке, например, водных растворов по предлагаемому способу при непосредственном контакте паров органического агента с раствором при неизбежной конденсации части органики температура кипения соответствует температуре кипения смеси органики и водного раствора и всегда ниже наименьшей из них. При подаче собственно на стадии упарки органики в парособразном состоянии необходимо сжимать вторичный пар до приобретения им температуры, превышающей (по крайней мере на 8-10°C) температуру кипения органического агента. При этом общей совокупностью признаков обеспечивается свойство, позволяющее снизить температуру кипения, температуру сжатия и потребную на это энергию.

Основная экономия энергии в

предлагаемом решении формируется за счет снижения энергии, потребной на перекачку органики. Если по прототипу передачу органики из испарителя в сепаратор и из него в конденсатор можно организовать самотеком, то возврат нагретой органики в испаритель проводят с помощью насоса. В заявляемом решении из сепаратора (разделителя) конденсата часть вторичного пара органики может быть подана в конденсатор также с помощью насоса. Однако, учитывая, что на стадии собственно выпарки используется тепло фазового перехода пар - жидкость, а не тепло нагрева органики и частичного тепла фазового перехода жидкость - твердое, перекачиваемый объем несопоставимо уменьшается против объема перекачиваемой органики по прототипу.

На чертеже представлена схема осуществления предлагаемого способа.

На стадии испарения исходного раствора подают последний и пар органического агента (реализация испарения в ходе непосредственного контакта в аппарате 1). Органический агент, нейтральный по отношению к упариваемому раствору и несмешивающийся с ним, в основной массе претерпевает конденсацию, передавая упариваемому раствору теплоту испарения (и возможно перегрева). Присутствие на стадии испарения упаренного раствора и жидкого органического агента определяет в полной мере состав вторичного пара. Последний представляет собой смесь паров воды и органического агента в гетероазетропном состоянии. Вторичный пар далее подвергают адиабатическому сжатию, повышая его температуру и теплосодержание за счет подведения механической энергии - реализация, например, компрессор 2. Далее сжатый вторичный пар направляют на испарение органического агента, т. е. при использовании основной его тепловой энергии (реализация - теплообменник 3 кожухотрубного типа с рубашкой). Конденсат вторичного пара расслаивают, отделяя органический агент от воды (реализация - обычный отстойный аппарат (4, 5). Отделенный органический агент направляют на испарение в теплообменник 3.

**П р и м е р.** На упарку подают насыщенный раствор NaCl, содержащий 27,5 мас. % соли в количестве 10000 кг/ч с целью получения 1000 кг/ч кристаллического продукта. Количество выпариваемой воды составляет 2636 кг/ч. Упарку проводят при

непосредственном контакте раствора с парами Н-гептана, в количестве 43204 кг/ч, подаваемыми при температуре кипения, равной 98,4°C при атмосферном давлении. При непосредственном контакте проходит конденсация 18538 кг/ч паров Н-гептана. Температура кипения смеси раствора поваренной соли и Н-гептана составляет 82,2 °С. Из процесса упарки на сжатие в адиабатическом режиме поступает смесь паров, состоящая из 2636 кг/ч пара воды и 24666 кг/ч пара Н-гептана. В компрессоре смесь паров адиабатически сжимают до давления 1,52 ата. При этом температура паров повышается до 108,4 °С. Сжатый пар подают на испарение Н-гептана в количестве 43204 кг/га. Непосредственно из процесса упарки выводят смесь, содержащую 1000 кг кристаллического продукта, 6364 кг насыщенного раствора и 18538 кг/ч Н-гептана. Со стадии испарения Н-гептана выводят конденсат, содержащий 2636 кг/ч воды и 24666 кг/ч Н-гептана. Смесь и конденсат расслаивают, и весь отделившийся Н-гептан подают на испарение, а пар Н-гептана соответственно в процесс упарки раствора.

#### Формула изобретения:

1. СПОСОБ ВЫПАРИВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛООВОГО НАСОСА, включающий испарение исходного раствора при его непосредственном контакте с нейтральным и несмешивающимся с ним промежуточным теплоносителем, адиабатическое сжатие образовавшегося вторичного пара, передачу тепла сжатого вторичного пара при его конденсации промежуточному теплоносителю, отделение теплоносителя в жидком виде от упаренного раствора и от конденсата вторичного пара, и смешивание отделенного жидкого теплоносителя между собой, отличающийся тем, что с целью экономии энергии и снижения температуры испарения, промежуточный теплоноситель подают на испарение исходного раствора в парообразном виде, а передачу тепла промежуточному теплоносителю при конденсации вторичного пара осуществляют через стенку.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что при выпаривании водных растворов в качестве промежуточного теплоносителя используют органические соединения.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что при выпаривании органических растворов в качестве промежуточного теплоносителя используют воду.

